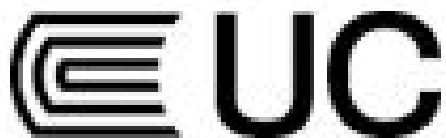


UNIVERSIDAD CONTINENTAL

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL TECNOLOGIA MEDICA - TERAPIA
FISICA Y REHABILITACION**



Asignatura:

AYUDAS BIOMECÁNICAS, ERGONOMÍA Y SALUD OCUPACIONAL

Título del Proyecto:

**“ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS DE FÉRULAS EN 3D PARA USO EN
CASOS DE FRACTURAS”**

Ciclo Académico:

SEXTO

Docentes:

KATTIA YULIANA MEZA SEDANO

Pertenece a:

- **CARHUANCHO VALERIO, Carol Mishel**
- **COLQUE BASILIO, Cinthya Janeth**
- **CLAROS BAZAN, Fiorella Ivonn**
- **GUERRA ANCHIRAICO, Myhomy Xiomara**
- **VILLANUEVA FRAGA, Edith Liz**

CAMPUS: HUANCAYO

JUNIO 2020

ÍNDICE

1.Introducción.....	2
2.Planteamiento metodológico.....	2
2.1. Problema.....	2
2.2. Oportunidad.....	3
2.3. Antecedentes.....	3
2.4. Alcance.....	4
2.5. Objetivos.....	4
2.6. Plan de Trabajo (cronograma de trabajo)	4
3.Marco teórico (estado del arte)	4
4.Desarrollo e implementación del proyecto.....	8
4.1. Férulas.....	8
5.Recursos.....	9
5.1. Fab Lab.....	9
5.2. Herramientas digitales de fabricación (como se usó).....	9
5.3. Recursos de Validación.....	9
6.Resultados, Conclusiones y Recomendaciones.....	9
7.Referencias.....	9
8.Anexos.....	9
8.1. Planos de construcción.....	9
8.2. Archivos de fabricación digital.....	9
8.3. Video de la presentación del proyecto (SPEECH).....	9

1. Introducción

Hoy en día cuando se sufre una fractura en el miembro superior o miembro inferior se utilizan férulas de yeso, esta metodología se lleva usando durante mucho tiempo y presentan grandes inconvenientes para el paciente de dicha órtesis. La función de las férulas de yeso es proteger los huesos fracturados y lastimados ayudando a aliviar el dolor y la hinchazón y también como soporte de los tejidos blandos, como los músculos y ligamentos. Este material viene en rollos o tiras de un polvo blanco, el cual se corta para ajustarse a la parte de cuerpo lastimada son muy pesados de aproximadamente 1 kg para cubrir la zona afectada y por lo tanto incómodos, las mangas de algunas prendas de ropa pueden no entrar por el miembro enyesado, ya que son muy gruesas. No son sumergibles, por lo que no puedes nadar, ducharse o lavar los platos, para asearte se te hace muy incómodo, impedirte ciertas actividades y estáticamente pobres, se deben reemplazar cada cierto tiempo, principalmente por higiene.

En este proyecto se pretende diseñar una férula en 3D y el proceso llevado a cabo para la obtención de la misma. Utilizando recursos mínimos para que cualquier persona sea capaz de llevar a cabo este proceso, siempre con unos conocimientos previos. Gracias a la impresión 3D, su fabricación será más rápida y sencilla, utilizando un material degradable, sumergible, y apto con el contacto de la piel y los alimentos. Se conseguirá diseñar un producto novedoso muy estético que a su vez nos aportará ligereza y por lo tanto de bajo costo. En este proyecto se desarrollará el diseño para adaptarlo a cualquier miembro del cuerpo y poder imprimir un primer prototipo funcional.

2. Planteamiento metodológico.

2.1. Problema

¿De qué manera se adaptará una férula con impresión en 3D en la vida diaria de las personas que presentan patologías en la muñeca, en la ciudad de Huancayo - 2020?

2.2. Oportunidad

Las férulas son herramientas básicas de la ortopedia y como tales según la OMS, son dispositivos externos aplicados al cuerpo para modificar o mejorar aspectos estructurales del sistema neuromusculoesquelético, el uso de las férulas en la ciudad de Huancayo puede evolucionar, disponiendo de gran variedad de materiales como impresoras 3D, elaborando prototipos específicos para cada tipo de fracturas permitiendo una mejor transpiración, adaptación,

manejo y estética que se adapten mejor a los pacientes permitiendo tratar de manera muy efectiva.

2.3. Antecedentes

Internacionales

1. Herrera (2019), realizó la investigación titulada “Diseño y desarrollo de una férula de miembro superior escaneada e impresa en 3D en la universidad de Valladolid y escuela de ingeniería industrial España”. El objetivo general es el material de la férula tiene que ser ligero, de bajo coste, biodegradable, sumergible en agua, duro, pero con cierta flexibilidad, fácil de imprimir y accesible, y lo más importante, apto para el contacto humano y alimenticio. El estudio del proyecto se realizó con personas con fracturas del miembro superior. En las principales conclusiones de la investigación están: 1) Se ha querido desarrollar y diseñar una férula escaneada e impresa en 3D totalmente personalizada para inmovilizar un miembro superior de una persona. 2) Al obtener un diseño totalmente adaptado a cada persona, cada vez que se quiera fabricar una férula, habrá un tiempo de rediseño de férula acorde a las necesidades del paciente donde podremos economizar en tiempos y costes.
2. Fuentes, Reina y Mora (2017) realizó la investigación titulada “Diseño y Ensayo de Férulas Personalizadas Mediante Impresión 3D en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla”. El objetivo general es diseñar un prototipo con el cual mitigemos en la mayor parte de lo posible los problemas que ocurren en las férulas de yeso. En las principales conclusiones esta: 1) Los modelos actuales, los imprimidos verticalmente se pueden adaptar mejor y ser más eficientes que los que imprimimos en plano, tanto con los modelos de diseño y fabricación.

2.4. Alcance

Elaborar un prototipo utilizando la impresora 3D, con especificaciones de las limitaciones en que se abarcará desde el tercio medio del antebrazo hasta los metacarpos de la mano izquierda, donde se realizará la inmovilización de dicha estructura.

2.5. Objetivos

Objetivo general:

- Desarrollar un prototipo de férula en 3D para la inmovilización, de la estructura de la muñeca izquierda, para alcanzar un abordaje integral de los pacientes.

Objetivos específicos:

- Inmovilizar una extremidad permitiendo el acceso a los tejidos blandos.
- Inmovilizar una extremidad de forma provisional en espera del tratamiento definitivo.
- Mantener en una posición determinada para corregir y evitar deformaciones.

2.6. Plan de Trabajo (cronograma de trabajo).

N°	Actividades	17/06/2020	18/06/2020	24/06/2020	25/06/2020	01/07/2020	02/07/2020	08/07/2020	09/07/2020	15/07/2020	16/07/2020	22/07/2020	23/07/2020	29/07/2020	30/07/2020	05/08
2	Act. 1 Recopilación de información para el planteamiento de problema															
3	Act. 2 Construcción de objetivos y justificación															
4	Act. 2 Elaboración del proyecto															
5	Act. 3 Construcción del marco teórico y conceptos															
6	Act. 3 Diseño de la metodología															
7	Act. 4 1ra Corrección del proyecto															
8	Act. 4 Integración para la plataforma de trabajo															
9	Act. 5 Diseño de interfaz estratégica															
10	Act. 5 Análisis e interpretación de conceptos															
11	Act. 6 Primera presentación de proyecto de los estudiantes															
12	Act. 6 2da Corrección del proyecto															
13	Act. 7 Verificación del proyecto de investigación															
14	Act. 8 Redacción de los resultados															
15	Act. 8 Desarrollo de la evaluación y diagnóstico															
16	Act. 9 3ra Corrección del proyecto															
17	Act. 9 Conclusiones															

3. Marco teórico

3.1 Férulas

Una férula es un dispositivo o estructura de metal (aluminio), termoplástico, yeso, madera con fines terapéuticos. Las más usadas son de uso para el tratamiento de fracturas o complemento de cirugías ortopédicas.

El uso de las férulas se remonta a muchos años atrás, cuando ya se utilizaba materiales como pieles de animales o maderas, para elaborar dispositivos de inmovilización entre otros usos.

En la actualidad, el mundo de las férulas ha evolucionado mucho, disponiendo de una gran variedad de materiales que se adaptan mejor a

la necesidad de cada paciente, incorporando nuevas tecnologías como las impresoras 3D que sustituye al yeso siendo mucho más efectivo la férula plástica impresa en 3D mostrando beneficios en la recuperación y tratamiento. **(Javier Bustamante, Marmolejo Y. y Mazo C. (2016). Diseño y prototipo de férula. 22)**

3.2 Usos

- Uso temporal: Estos dispositivos se usan temporalmente en casos de luxaciones o fracturas para preparar la zona para una intervención quirúrgica.
- Uso prolongado: En casos clínicos donde no se realiza una intervención quirúrgica, se usan las férulas de inmovilización para cicatrizar la lesión directamente.
- Otros usos: para corregir o evitar deformidades o facilitar la circulación linfática y venosa. **(Javier Bustamante, Marmolejo Y. y Mazo C. (2016). Diseño y prototipo de férula. 22)**

3.3 Objetivos de la inmovilización

En la inmovilización no todas se realizan por fractura de una extremidad o en la espina dorsal existen otros motivos por el cual también se puede utilizar para la inmovilización

- Disminución del dolor
- Prevenir mayor daño en los tejidos lesionados
- Mantener una estabilización de una fractura mientras se lleva a cabo el manejo definitivo
- Disminuir la incidencia de complicaciones de las fracturas como embolismo graso. **(Javier Bustamante (2016). Diseño y prototipo de férula. 23)**

3.4. Tipo de férula

3.4.1 Miembro Superior

- Braquío palmar
- Antibraquío palmar
- Antebraqui digital
- Escafoidea
- Braqui palmar radial
- Pinza de azúcar

3.4.2 Miembro Inferior

- Muslo pédica
- Muslo maleolar
- Corta
- Thomas

3.4.3 Los más utilizados actualmente son

- Férulas de yeso
- Yeso circular
- Vendajes sintéticos
- Tracción esquelética
- Fijadores externos
- Férulas inflables

(Javier Bustamante (2016). Diseño y prototipo de férula. 23-24)

3.5. Clases de Férulas

Uso en extremidades

- Férula en aeroplano: Férula de alambre combinada con un vendaje enyesado para las fracturas del miembro superior, del brazo especialmente, que sostiene a este en abducción más o menos horizontal.
- Férula de Anderson: para la fijación externa de las fracturas consistente en dos largos tornillos o clavos que se insertan a través de los tejidos en el hueso antes y después de la fractura, los tornillos se fijan a un dispositivo externo que permite su aproximación mediante un tornillo regulable.
- Férula de coaptación: tablillas ajustadas alrededor del miembro fracturado con objeto de mantener la coaptación de fragmentos.
- Férula Bohler Braun: férula metálica para la fractura supracondilea del fémur con tracción esquelética tibial.
- Férula de Crammer: férula flexible compuesta de dos gruesos alambres paralelos entre los cuales hay otros alambres más delgados a modo de peldaños de escalera.
- Férula de Denis: una férula que consiste en un par de férulas para los pies unidas mediante una barra.
- Férula de Finochietto: férula articulada regulable, que puede acoplarse al estribo del mismo, utilizados en el tratamiento por extensión continua de las fracturas de la extremidad inferior.
- Férula de Hennequin: son de tela enyesada, cortadas de modo especial, para la fractura de brazo.

- Férula de Linton: férula recta de menudo de madera con una almohadilla para la fractura de fémur. Se adapta a un lado del cuerpo al miembro inferior.
- Férula de Maisonneuve: férula de tela enyesada para la sujeción del muslo, pierna y pie en número de dos una posterior que comprende el muslo, pierna y planta de pie y otra lateral que recorre el miembro y pasa por debajo del pie a modo de estribo.
- Férula de Stader: barra metálica con una púa de acero en cada extremo en ángulo recto que se clava en los fragmentos del hueso sirviendo la barra para mantener la alineación.
- Férula de Stromeyer: férula compuesta de tablillas articuladas que puede fijarse en un ángulo cualquiera
- Férula de Thomas: dispositivo para el tratamiento de urgencia de las fracturas de fémur compuesto por dos barras metálicas paralelas que se unen a un anillo por un lado y por el otro a una barra sobre las que se aplica la tracción.
- Férula de Engelmann: modificación de la férula de Thomas.
- Férula de Volkman: férulas para las fracturas de miembro inferior.
- Férula de Dupuytren: férula lateral para la reducción de la fractura de peroné.
- Férula bávara: férula enyesada en el que el yeso se halla entre dos hojas de franela mojada. **(Javier Bustamante (2016). Diseño y prototipo de férula. 25-26)**

4. Desarrollo e implementación del proyecto.

4.1 Evaluación

Se evaluará al paciente teniendo en cuenta la etapa postquirúrgica, evaluar la cicatrización (tiempo, sensibilidad, coloración y temperatura)

Evaluación fisioterapéutica:

- Movilizaciones artrocinemáticas de muñeca y dedos.
- Evaluación musculoesquelética (Test de Daniel-fuerza muscular)
- Evaluación neural
- Prueba de Phalen y Tinel

4.2 Diagnóstico

Patologías en la muñeca

4.3 Recomendación

El paciente al encontrarse en la etapa postquirúrgica, presenta dolor y tensiones para ello se recomienda usar férula para la mano izquierda.

4.4 Medidas

- Anchura de mano en cm: 9 -11
- Largo cm: 36.5

5. Recursos

5.1 Fab Lab

El curso de taller del grupo FAB LAB aprendimos sobre la fabricación de distintas producciones y objetos que se pueden llegar a imprimir, sobre todo nos enseñó el diseño e impresión de nuestro proyecto que es férula en 3D.

Los talleres dictados por FAB LAB fortalecen el crecimiento profesional de los estudiantes, de tal manera que nos motiva a seguir investigando y desarrollando nuevas propuestas que sean beneficiosas para la población.

5.2. Herramientas digitales de fabricación (como se usó)

Para la realización del proyecto se utilizó el programa “BLENDER”, es un programa informático que se utiliza para crear animaciones, creación de gráficos tridimensionales. Se utilizó para la elaboración del diseño de la férula en 3D.

Para la impresión en 3D la herramienta a utilizar será, la máquina impresora 3D “ULTIMAKER” que nos brinda las ventajas de: grandes y pequeñas escalas, diseños sin límites, reducción de costo y usa la menor cantidad de materia prima.

5.3. Recursos de Validación

Para poder realizar la validación del prototipo de Férula en 3D se trabajó con el paciente Erick BLAS ALAVARO, edad 29 años, que presenta el diagnóstico de síndrome del TUNEL CARPIANO, en lo cual se utilizó la férula 3D para la validación, logrando limitar la tensión y el movimiento para aliviar el dolor y promover la cicatrización de la muñeca izquierda.

6. Resultados, Conclusiones y Recomendaciones.

6.1 Resultado

El proyecto que realizamos nos sirvió para poder entender y aclarar nuestras dudas de que en la actualidad tenemos un recurso muy importante en varios ámbitos en este caso en el área de la salud los prototipos de férulas sirven también como reemplazo de una convencional.

Realizamos el diseño de la férula con el apoyo del programa de Blender con ello sabemos que también podemos realizar otros tipos de férulas y diseños u otros tipos de prototipos.

Aprendimos que se pueden realizar distintos modelos de férulas en la impresora 3D. Aprendimos a utilizar el correcto uso de la férula en 3D ya que esta nos apoyó en el tratamiento de rehabilitación del paciente. Realizamos el correcto uso de la férula para la inmovilización.

6.2. Conclusiones

En el presente proyecto se obtuvo un producto innovador que se adecuaba a los requisitos y necesidades que las personas demandan para una férula ortopédica. Se ha mejorado el sistema de accionamiento, realizando su función de forma más simple y cómoda, con un diseño no aparatoso y a que puede tener un paciente con una lesión grave. La reducción del tiempo de espera en la fabricación de la férula y el coste económico son factores que se reducen con la fabricación en impresión 3D frente a otros sistemas como la inyección. El material polipropileno (PP) son idóneos para este tipo de fabricación.

Esta tecnología se complementa de tal forma que si es necesario realizar algún tipo de variación al producto no afecta mucho al costo o al tiempo de fabricación, esta tecnología de diseño y construcción ofrece ventajas importantes. El diseño de un producto simétrico para el rediseño de la férula para el mismo paciente simplifica considerablemente el tiempo de demora. Este proceso es válido y puede emplearse para otras prótesis: rodillas, cuello, codo, etc.

6.3. Describir si los objetivos se cumplieron

Logramos el objetivo principal desarrollar el prototipo de la férula con el correcto uso de este para el tratamiento de rehabilitación porque pudimos desarrollar el prototipo con las guías e indicaciones que nos brindaron.

6.4. Recomendaciones

Se podrían incluir también materiales reciclados para la realización de impresiones 3D, material termoplástico con propiedades mecánicas idóneas para este tipo de producto y que a su vez le otorga al producto un valor añadido, ya que es un material reciclable y no tóxico al contacto con la piel.

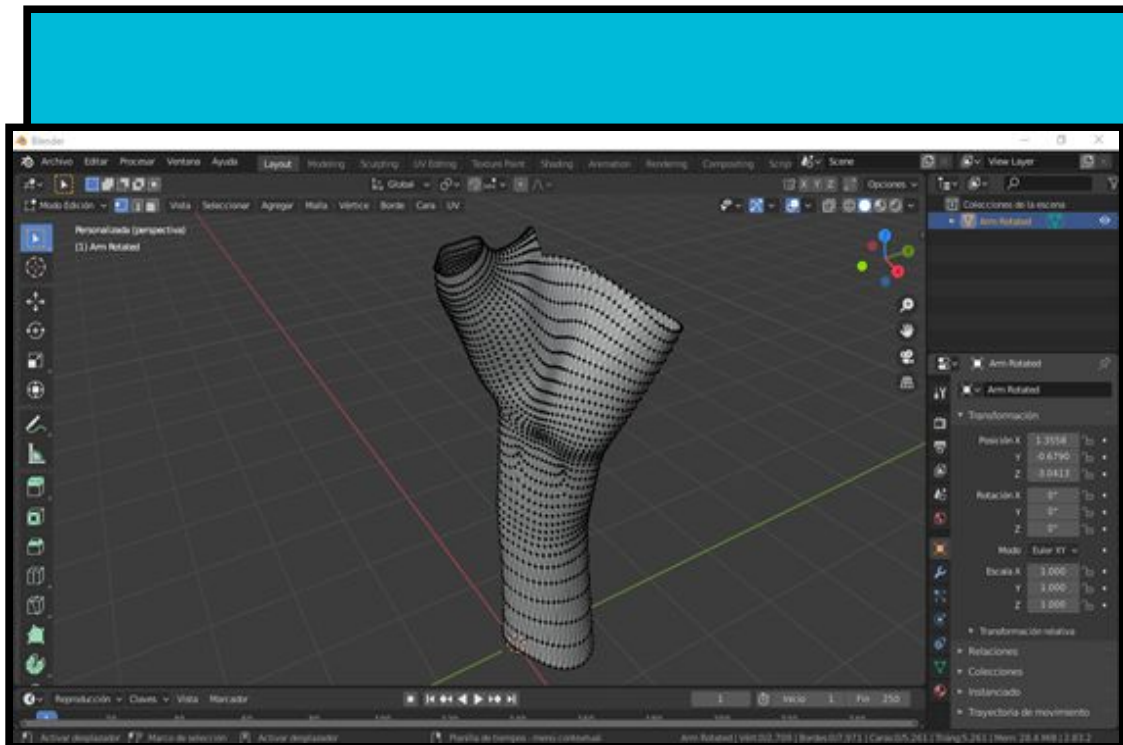
7. Referencias

- Javier Bustamante. E, Yarid M., Carolina M. (2016). diseño y prototipo de férula. Medellín Colombia

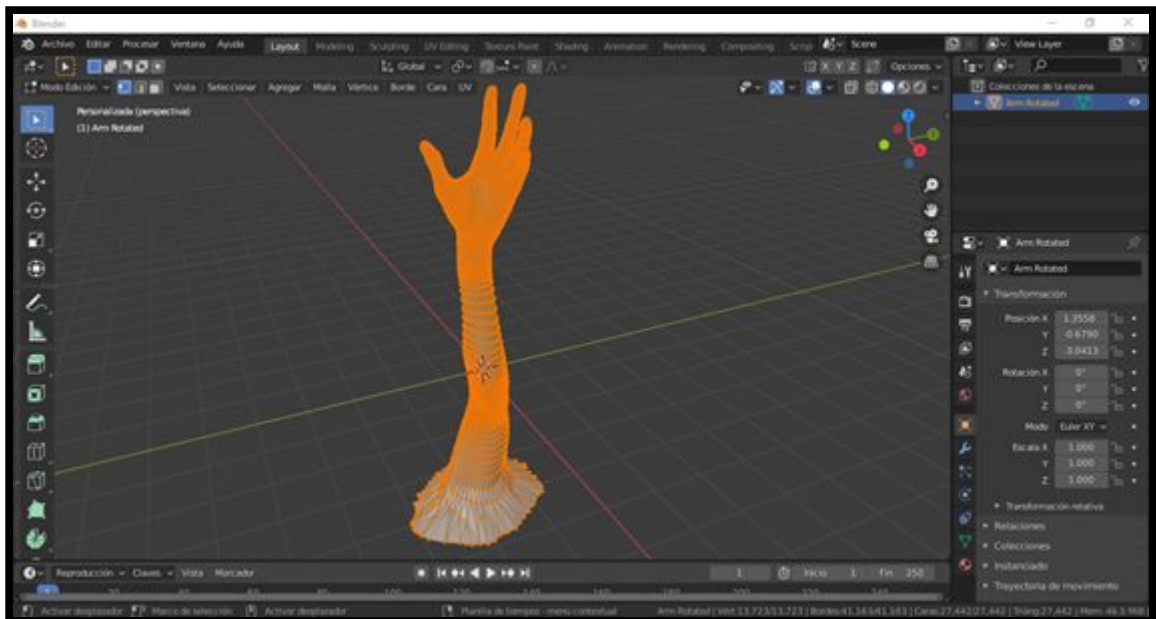
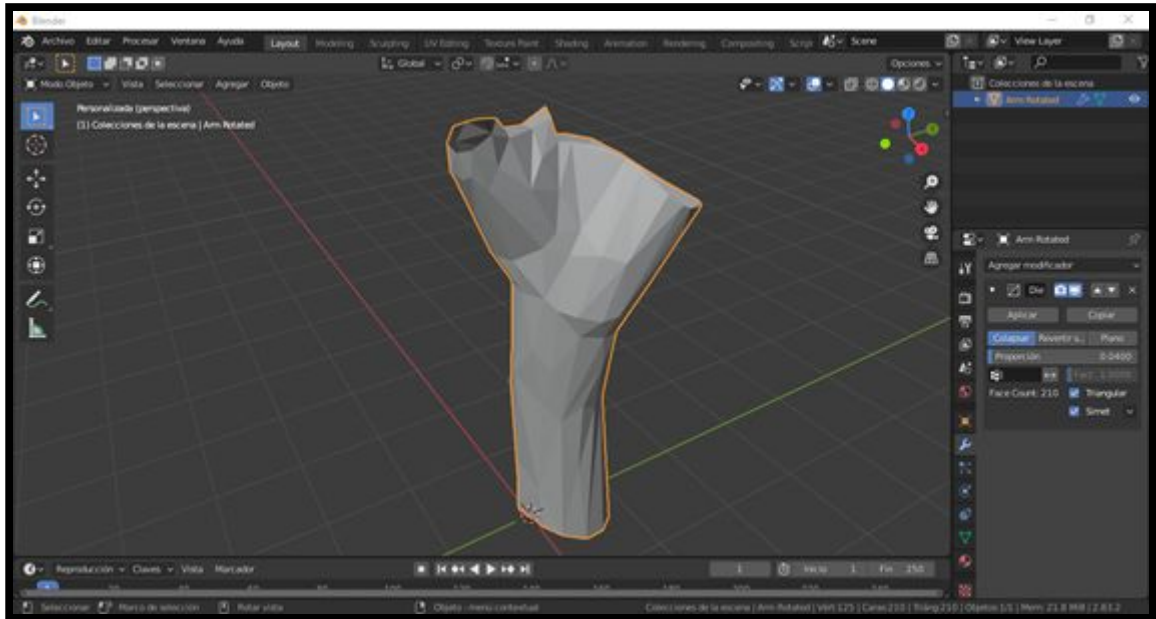
- Miguel F.B (2017). Diseño y ensayo de férulas personalizadas mediante impresión 3D. Sevilla

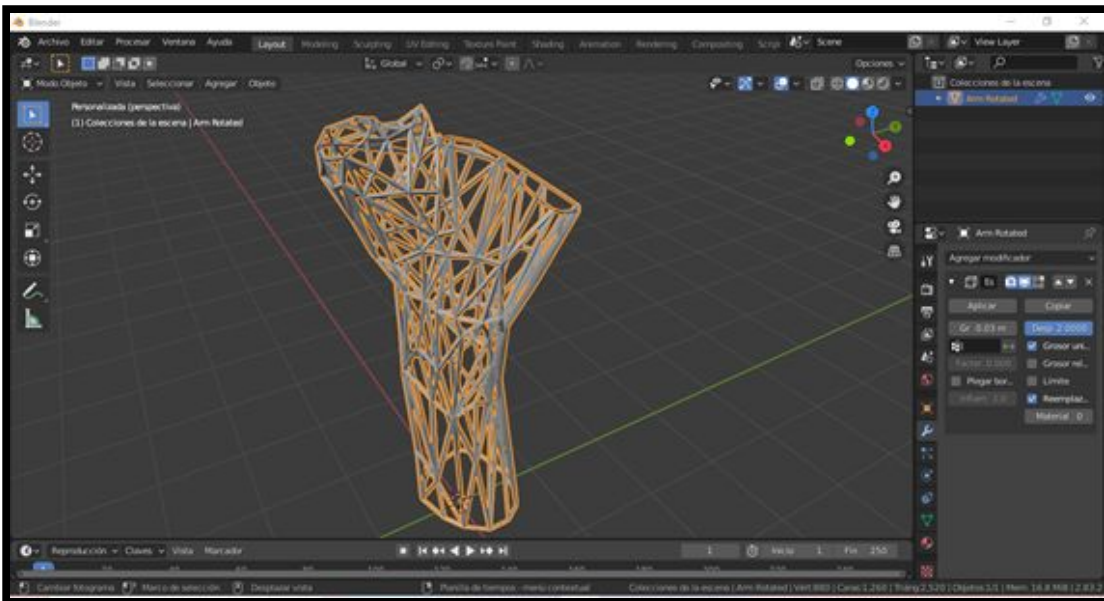
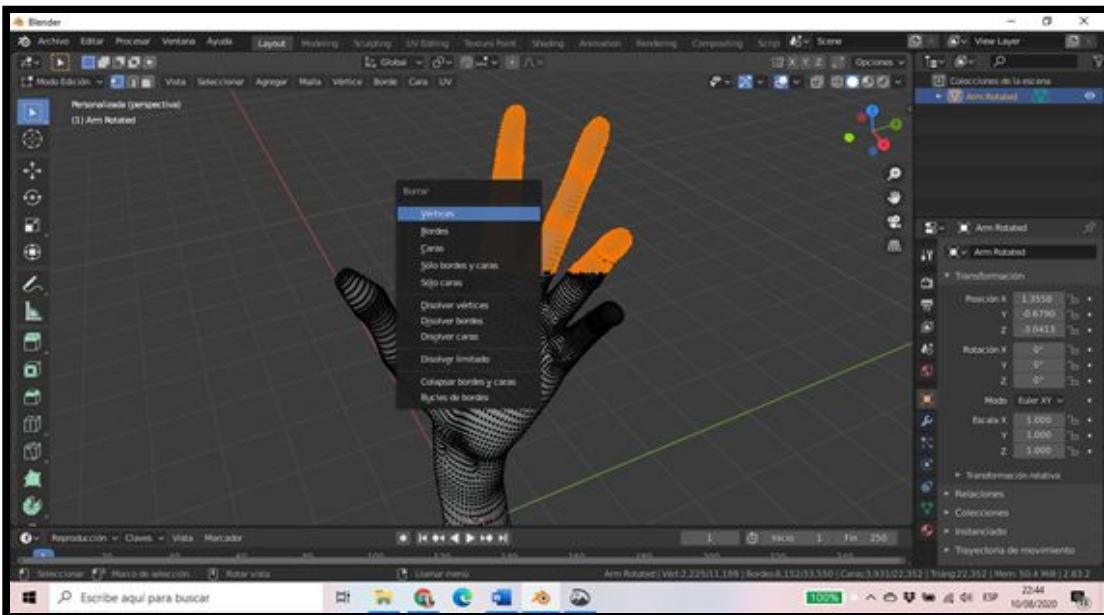
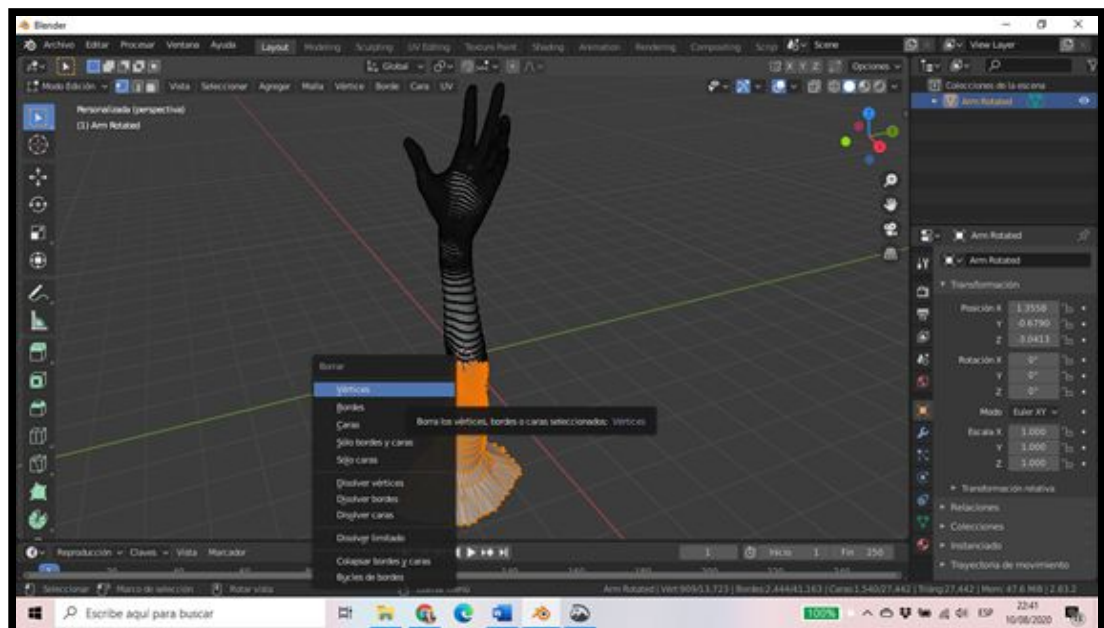
8. Anexos

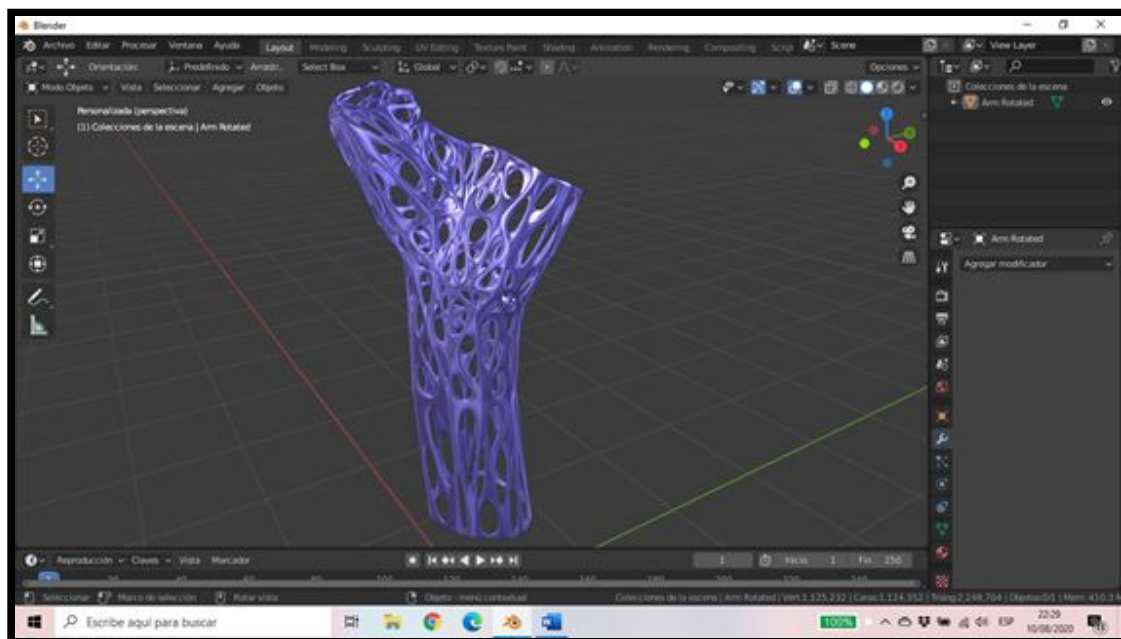
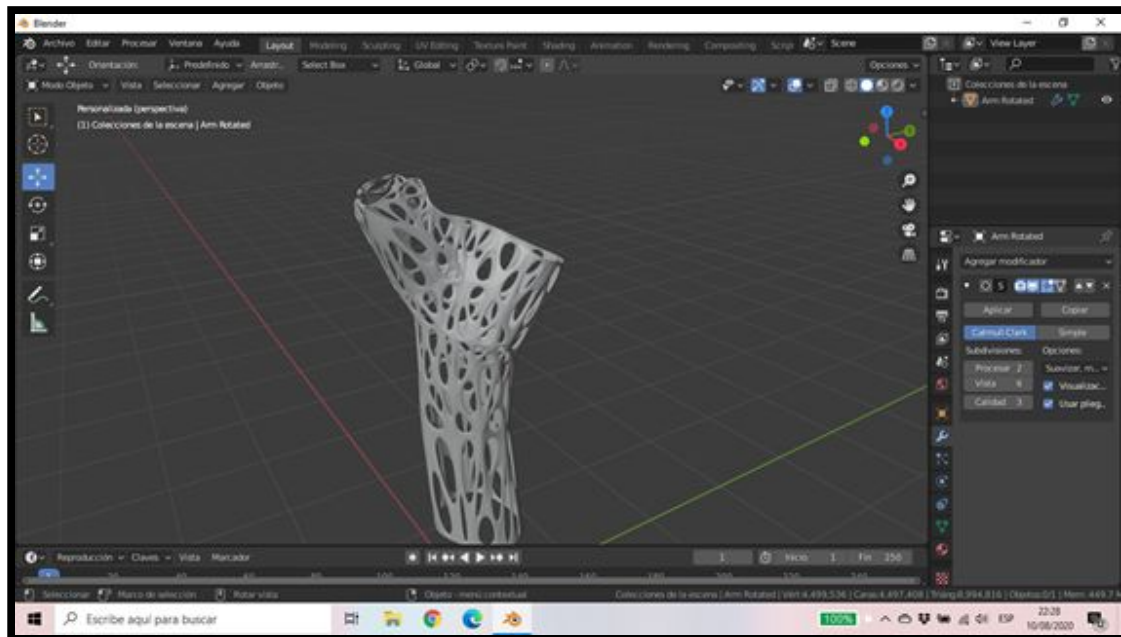
8.1. Planos de construcción.



8.2. Archivos de fabricación digital.







8.3. Video de la presentación del proyecto (SPEECH).

<https://www.youtube.com/watch?v=JoHRFbTTITs&feature=youtu.be>